

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-027940
(43)Date of publication of application : 31.01.1995

(51)Int. Cl. G02B 6/13

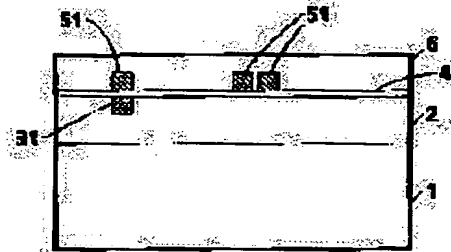
(21)Application number : 05-171292 (71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>
(22)Date of filing : 12.07.1993 (72)Inventor : OMORI YASUJI
MORIWAKI KAZUYUKI
HIDA YASUHIRO
ONOSE KATSUhide

(54) PRODUCTION OF LAMINATED QUARTZ OPTICAL WAVEGUIDE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a process for production of the laminated quartz optical waveguide which is used in a field of waveguide optical circuit parts, has high reproducibility and is cost effective.

CONSTITUTION: The laminated quartz optical waveguide is obtd. by a stage for forming quartz glass as a lower clad layer 2 on a substrate 1, a stage for depositing a first core layer having the refractive index higher than the refractive index of lower clad glass in the part worked to be a recessed shape of the lower clad layer 2 and forming a first core waveguide 31 having a light propagation effect in the recessed part, a stage for forming an intermediate clad layer 4 and core waveguides 51 of a projecting shape on the upper part of the core waveguide 31 of the first layer and a stage for forming the quartz glass having the refractive index lower than the refractive index of the core glass as an upper clad layer 6.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.12.1998
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number] 3196797
[Date of registration] 08.06.2001
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

(19)【発行国】日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)【公開番号】特開平7-27940

(43)【公開日】平成7年(1995)1月31日

(51)【国際特許分類第6版】

G02B 6/13

【F I】

G02B 6/12

M 8106-2K

【審査請求】未請求【請求項の数】2【出願形態】OL【全頁数】6

(21)【出願番号】特願平5-171292

(22)【出願日】平成5年(1993)7月12日

(71)【出願人】

【識別番号】000004226

【氏名又は名称】日本電信電話株式会社

【住所又は居所】東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)【発明者】

【氏名】大森 保治

【住所又は居所】東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

(72)【発明者】

【氏名】森脇 和幸

【住所又は居所】東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

(72)【発明者】

【氏名】肥田 安弘

【住所又は居所】東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

(72)【発明者】

【氏名】小野瀬 勝秀

【住所又は居所】東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

(74)【代理人】

【弁理士】

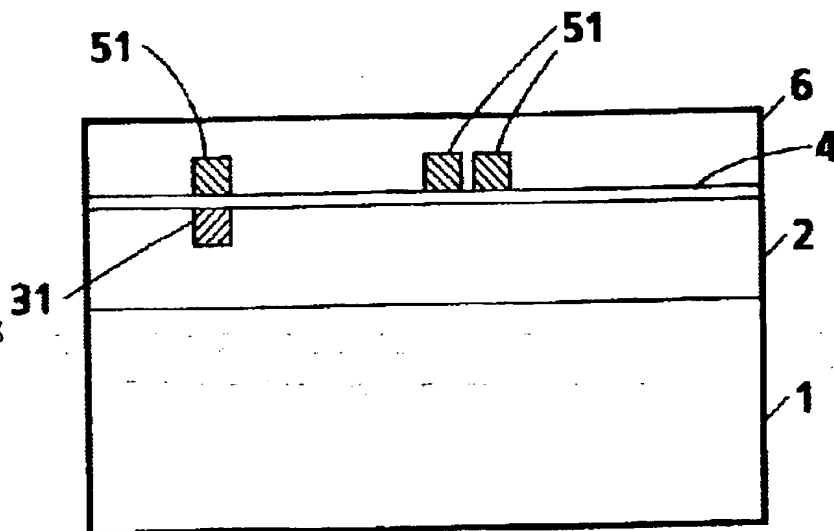
【氏名又は名称】光石 俊郎(外1名)

(54)【発明の名称】積層型石英系光導波路の製造方法

(57)【要約】

【目的】導波路光回路部品分野に用い、再現性が高く、経済的な積層型石英系光導波路の製造方法を提供する。

【構成】基板1上に下部クラッド層2として石英系ガラスを形成する工程と、上記下部クラッド2を凹型に加工した部分に該下部クラッドガラスより屈折率が高い第一コア層を堆積し、該凹部に光伝搬作用を有する第一層のコア導波路31を形成する工程と、該第一層のコア導波路31の上部に中間クラッド層4と凸型の第二層のコア導波路51を形成する工程と、上部クラッド層6としてコアガラスより屈折率の低い



石英系ガラスを形成する工程とにより
積層型石英系光導波路を得る。

【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に下部クラッド層として石英系ガラスを形成する工程と、上記下部クラッドを凹型に加工した部分に該下部クラッドガラスより屈折率が高い第一コア層を堆積し、該凹部に光伝搬作用を有する第一層のコア導波路を形成する工程と、該第一層のコア導波路の上部に中間クラッド層と凸型の第二層のコア導波路を、または凸型の第二層のコア導波路のみを形成する工程と、上部クラッド層としてコアガラスより屈折率の低い石英系ガラスを形成する工程とからなることを特徴とする積層型石英系光導波路の製造方法。

【請求項2】凹型の第一コア導波路および第一コア導波路の上部に凸型の第二コア導波路を形成する工程において、下部クラッドガラスより屈折率が高い石英系ガラス膜を堆積した後、下部クラッドに形成した凹部が第一層のコア導波路に、かつ第二層のコア導波路が下部クラッド上面に形成するように該石英系ガラス膜の不要な部分を下部クラッド層上面近傍までエッチングにより除去して光伝搬作用を有する第一層と第二層のコア導波路を同時に形成することを特徴とする請求項1記載の積層型石英系光導波路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、導波路光回路部品分野に用い、再現性が高く、経済的な積層型石英系光導波路の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】石英系導波型光回路は石英系光ファイバとの整合性が良いことから、実用的な導波型光部品を実現できる手段として注目されている。この種の石英系導波型光回路を作製するためには、数 μ mから数 μ m厚の石英系ガラス膜を形成する技術とフォトリソグラフィを利用して数 μ m幅のパターン形状に加工する技術とを組み合わせるようにしている。この膜形成技術と加工技術をどのように組み合わせるかが光導波路および最終的な光回路の構造と特性を決定することになる。

【0003】図8、9は、従来法による積層型石英系光導波路の作製手順を示す。図8、9は石英系光回路の基本回路のひとつであり、2タップ型リング共振器を積層構造で作製する場合について、断面図で示してある。先ず、最初に基板1に下部クラッド膜2と第一コア膜3とを形成した後、第一コア膜3を導波路パターンになるように凸型に加工し、第一コア導波路31を形成する(図8(A)～(C)参照)。次に、中間クラッドとなるガラス膜4を形成した後、適当な膜厚になるまで不要なガラス部分を除去する(図8(D)、図9(A)参照)。次に、第二コア膜5を形成し、所望の回路パターンに凸型に加工し、第二コア導波路51を形成する(図9(B)、(C)参照)。最後に上部クラッド6を形成することで埋め込み型の積層型光導波路を作製することができる(図9(D)参照)。この結果、図9に示した回路では、同図中(D)に示す符号Bの部分で第一コア導波路31と第二コア導波路51とが光的に結合できるように縦形方向性結合器の構成になっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の積層型石英系光導波路では第一コア導波路の加工を凸型プロセスで行っていたので、第二コア層を堆積する前に下地を平坦にするために数十 μ mの厚膜の中間クラッド層としての例えばガラス膜4を形成する必要があった。一方、第一コア導波路と第二コア導波路とを光結合させるためには、第一コア導波路と第二コア導波路の間の中間クラッド膜を数 μ m以下にする必要があった。そのため、中間クラッド層の膜厚の制御は数十 μ mの厚膜の堆積膜厚とバックエッチング量とを制御することで行われていた。従って、中間クラッド層の膜厚を基板内で均一にすることが困難であった。

【0005】また、凸型のコアの上部に石英系ガラス膜4を形成すると、本質的にコアが変形しやすくなる。そのため従来法では第一コア導波路と第二コア導波路との結合部での結合率を再現性よく作製することができないという問題があった。

【0006】さらに、従来法では第一コアが凸型になっており、第一コア導波路と第二コア導波路を分離するために中間クラッド層を形成することが本質的に必要であるので、中間クラッド層形成プロセスを原理的に省略することができず経済的でないという問題もあった。

【0007】本発明は、従来法での積層型光導波回路の作製法において、前記の欠点を解決するためになされたもので、再現性が高い積層型石英系光導波路の製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記目的を解決するための本発明による積層型石英系光導波路の

製造方法は、基板上に下部クラッド層として石英系ガラスを形成する工程と、上記下部クラッドを凹型に加工した部分に該下部クラッドガラスより屈折率が高い第一コア層を堆積し、該凹部に光伝搬作用を有する第一層のコア導波路を形成する工程と、該第一層のコア導波路の上部に中間クラッド層と凸型の第二層のコア導波路を、または凸型の第二層のコア導波路のみを形成する工程と、上部クラッド層としてコアガラスより屈折率の低い石英系ガラスを形成する工程とからなることを特徴とする。

【0009】すなわち、従来第一コア導波路を凸型プロセスで形成していたのとは異なり、下部クラッドを凹部に加工した部分に下部クラッドガラスより屈折率が高い第一コア層を堆積し、光伝搬作用を有する第一コア導波路を凹型プロセスで形成するように図ったものである。

【0010】

【作用】第一コア導波路を凹型プロセスで作製すると、第一コア導波路が下部クラッドに埋め込まれた構造になっているので、従来技術での凸型コアでは第一コア導波路と第二コア導波路を分離するために本質的に必要な中間クラッド層がなくても積層型光導波路を製造できる。

【0011】すなわち、本発明では中間クラッド層に下地を平坦にする役割が無くなっている点が従来法と大きく異なっている。そのため、第一コア導波路と第二コア導波路との結合部での結合率を再現性よく作製でき、プロセス工程数を大幅に減少できる製造方法になっている。

【0012】

【実施例】以下、図面により本発明の実施例を詳細に説明する。

【0013】**実施例1** 図1、図2は、本発明による積層型石英系光導波路の一実施例を示し、図1は図2のA-A'における断面拡大図であり、図2は平面図である。図1中、符号1は基板、2は下部クラッド層、31は第一コア導波路、4は中間クラッド層、51は第二コア導波路、6は上部クラッド層を各々図示する。尚、図8、9に示した従来例との大きな相違点は、第一コア導波路31が下部クラッド2の中に埋め込まれていることである。

【0014】図1、2に示した積層型石英系光導波路を製造するプロセス手順を図3、4に示す。

【0015】シリコン基板1に三塩化ボロン(BCl_3)、三塩化リン(PCl_3)、四塩化硅素(SiCl_4)の火炎加水分解反応を利用して、ドーパト石英ガラス微粒子を堆積した。次に、ガラス微粒子をSi基板と一緒に電気炉中で高温(約 1350°C)に加熱して透明ガラス化して約 $30\mu\text{m}$ 厚の下部クラッド層2とした(図3(B)参照)。次に、第一コア導波路になる部分を反応性イオンエッチングにより $6\mu\text{m}$ 除去して下部クラッド層2に幅 $6\mu\text{m}$ 深さ $6\mu\text{m}$ の溝パターン311を形成した(図3(C)参照)。次に、三塩化ボロン(BCl_3)、三塩化リン(PCl_3)、四塩化ゲルマニウム(GeCl_4)、四塩化硅素(SiCl_4)の火炎加水分解反応によりコア用ドーパト石英ガラス微粒子を堆積し、透明ガラス化を行った。この際コアガラス層3の膜厚は下部クラッド2の表面上で $6\mu\text{m}$ になるように作製した(図3(D)参照)。次に、反応性イオンエッチングによりコア膜3を下部クラッド表面までエッチングし、下部クラッド2の凹部のみに矩形の第一コア導波路31を残した(図4(A)参照)。次に、下部クラッド2と同じ組成の石英系ガラスを中間クラッド膜4として堆積し、その上に第二コア層5として第一コアと同じ組成の石英系ガラス膜を堆積、透明ガラス化を行った。作製した膜厚は中間クラッド膜4の膜厚が $2\mu\text{m}$ であり、かつ第二コア層5の膜厚は $6\mu\text{m}$ であった。

【0016】次に、第二コア導波路51を形成するために、第二コア層5の不要な部分を反応性イオンエッチングで除去した。最後に下部クラッドとほぼ同じ屈折率をもつ B_2O_3 、 P_2O_5 添加石英ガラス層6を約 $30\mu\text{m}$ 上部クラッドとして火炎加水分解反応により形成した。

【0017】この実施例で作製した導波路の諸元は、第一コアおよび第二コアともコア部寸法 $6\mu\text{m} \times 6\mu\text{m}$ 、コア・クラッド間の比屈折率差 0.75% であった。また、作製したリング共振器はリング半径 6.5mm 、2個の方向性結合器の結合率は共に 20% にした。

【0018】このようにして作製した2タップ型リング共振器の共振特性を図5に示す。この結果、フィネスが約30であり、本発明による方法で積層型の2タップ型リング共振器が作製できていることがわかる。

【0019】**実施例2** 次に、図3、6を用いて実施例2を説明する。先ず、図3に示すように、実施例1と同じ方法で第一コアガラス層3を下部クラッド層2の表面上で $6\mu\text{m}$ になるように作製した後、図6に示すように第二コア導波路51を形成するように、反応性イオンエッチングにより該コア膜3を下部クラッド表面までエッチングすることで、第一層のコア導波路31と第二層のコア導波路51を同時に作製した。次に実施例1と同様に上部クラッド6を作製した。

【0020】この結果、作製した積層型リング共振器の共振特性は図4とほぼ同様の特性を示した。ただし、本実施例の2タップ型リング共振器は、第一コア導波路と第二コア導波路から構成される縦形の方向性結合器の結合率が 80% であることを繁榮して、フィネスは約10であった。このことは、本発明が中間クラッド層の存在が本質ではないことを示している。

【0021】実施例3 次に、図7を用いて実施例3を説明する。実施例1においては第一コア導波路31と第二コア導波路51の諸元が同じ積層型リング共振器を作製したが、本実施例では第二コア導波路51を形成する際に、第二コアの比屈折率差が1.5%、コア断面寸法が $3 \times 3 \mu\text{m}$ になるように、膜堆積条件および加工用マスクを変更して、積層型異種導波路リング共振器を作製した。このように、本実施例ではNA変換を伴う異種導波路光回路を積層構成で作製できる。以上、2タップ型リング共振器を例にとり、本発明の石英導波路の構造と製造方法について説明したが、本発明は2タップ型リング共振器に限定されることはなく、導波路型光分岐・結合器、光スイッチ、光合分波器等の多種、多様な積層型光部品メニューに適用できることは言うまでもない。

【0022】また、実施例ではすべて2層の場合について本発明について説明したが、本発明の本質は凹型プロセスによるコアを使用することにあるので、3層以上の多層積層回路を作製する場合も本発明が適用できることは説明するまでもない。

【0023】さらに、以上の実施例では、石英系ガラス膜を火炎加水分解反応を利用して堆積したが、これは、この方法が比較的厚く、高品質なガラス膜の堆積に適しているからである。場合によっては、別のガラス膜堆積法、例えばCVD法やスパッタ法を一部または全部に用いることもできる。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、第一コアを凹型プロセスにより形成することで、第二コア膜を堆積するために必要な下地の平坦さを中間クラッド層形成で実現する必要がなく、第一コアと第二コアとの距離を精度よく作製できる。そのため、積層方向性結合器の再現性の向上、かつ容易に強結合ができ、積層型光部品を安定かつ再現性よく製造するうえで極めて効果的である。さらに、中間クラッド層がない積層導波路を作製でき、プロセス工程数を大幅に減少でき、生産コストを安くできるという利点もある。また、1枚の基板に各層でのコア導波路が光結合しない回路を多数作製する場合には生産性を向上できるという利点もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】図2の積層型石英系光導波路のA-A'における断面拡大図である。

【図2】本発明の積層型石英系光導波路の一実施例の平面図である。

【図3】図1に示す2タップ型リング共振器の作製手順を示す。

【図4】図1に示す2タップ型リング共振器の作製手順を示す。

【図5】実施例1で作製した2タップ型リング共振器の共振特性を示す。

【図6】本発明による中間クラッド層のない2タップ型リング共振器の作製手順を示す。

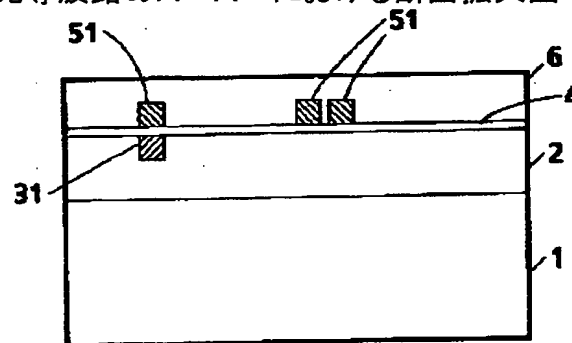
【図7】本発明による異種導波路の積層型リング共振器の断面拡大図である。

【図8】従来法による積層型リング共振器の作製手順を示す。

【図9】従来法による積層型リング共振器の作製手順を示す。

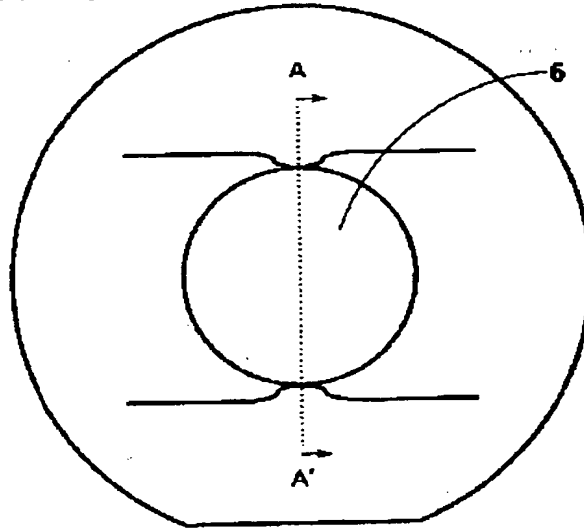
【符号の説明】1 基板 2 下部クラッド層 31 第一コア導波路 4 中間クラッド層 51 第二コア導波路 6 上部クラッド層

【図1】図2の積層型石英系光導波路のA-A'における断面拡大図である。



- 1 基板
- 2 下部クラッド層
- 31 第一コア導波路
- 4 中間クラッド層
- 51 第二コア導波路
- 6 上部クラッド層

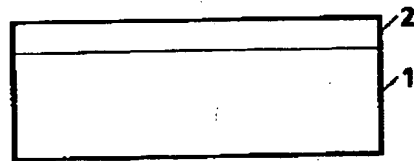
【図2】本発明の積層型石英系光導波路の一実施例の平面図である。



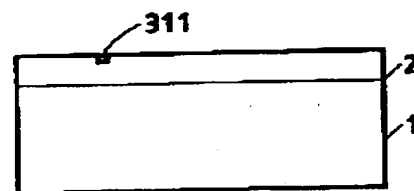
【図3】図1に示す2タップ型リング共振器の作製手順を示す。



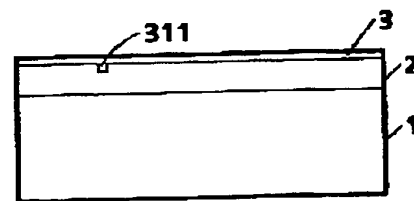
(A)



(B)

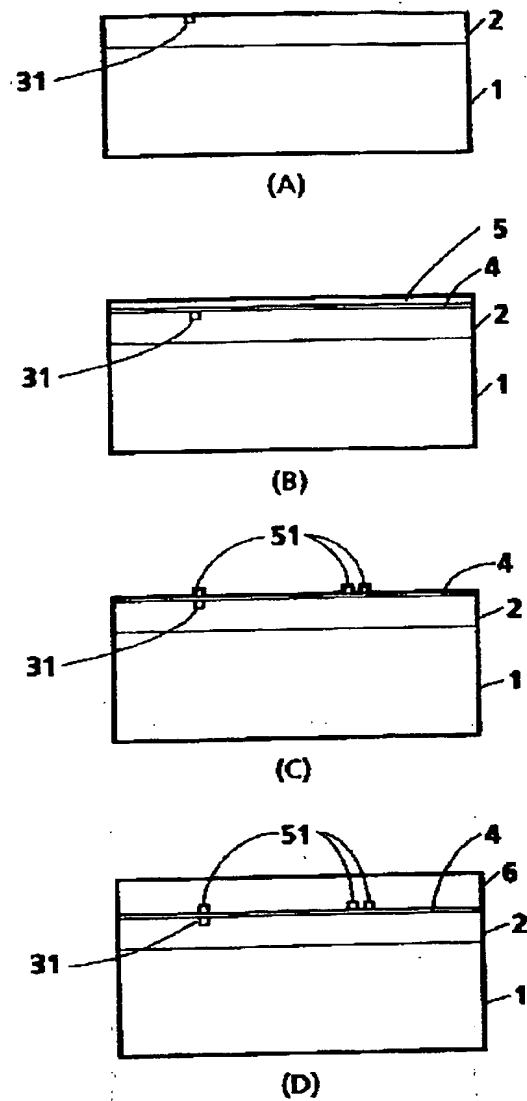


(C)

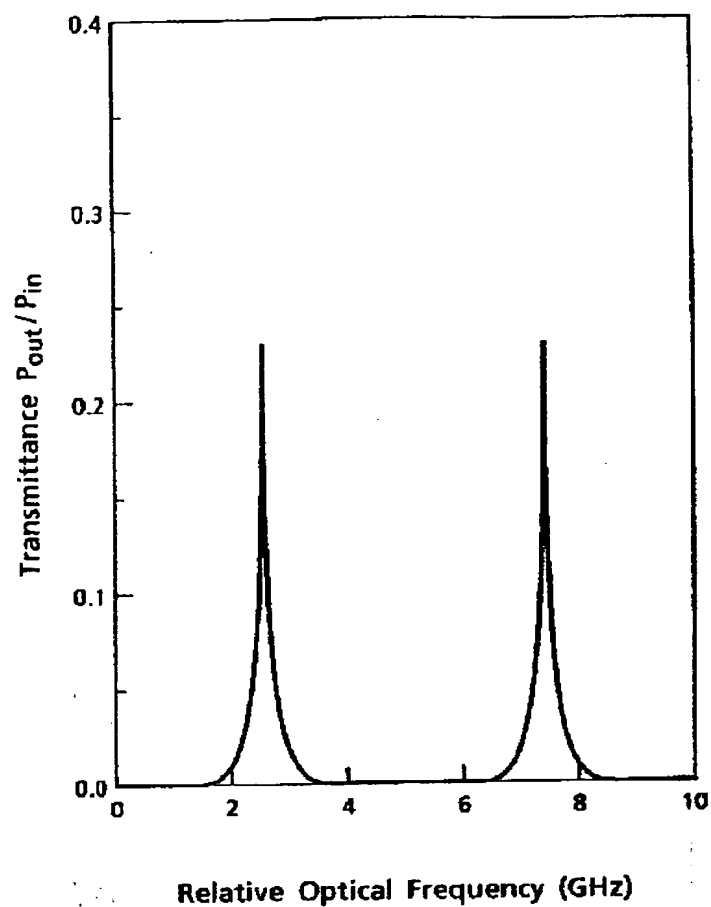


(D)

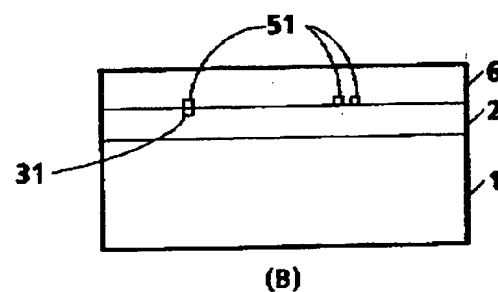
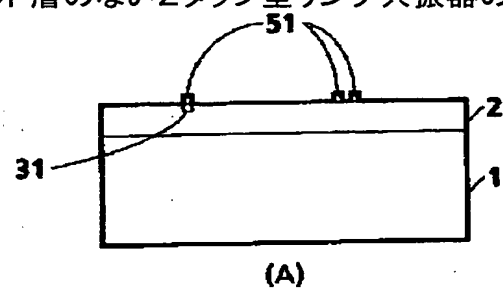
【図4】図1に示す2タップ型リング共振器の作製手順を示す。



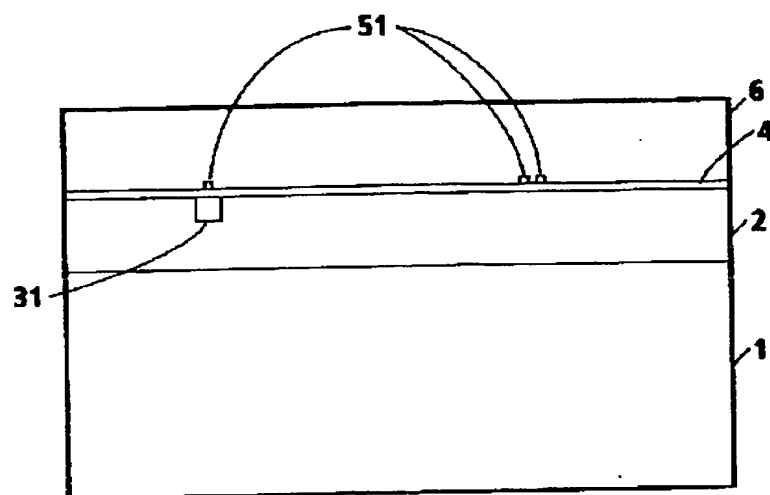
【図5】実施例1で作製した2タップ型リング共振器の共振特性を示す。



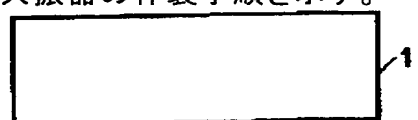
【図6】本発明による中間クラッド層のない2タップ型リング共振器の作製手順を示す。



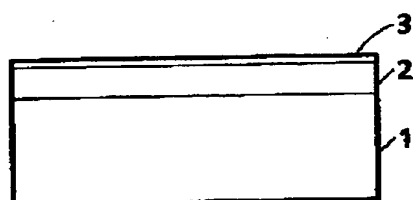
【図7】本発明による異種導波路の積層型リング共振器の断面拡大図である。



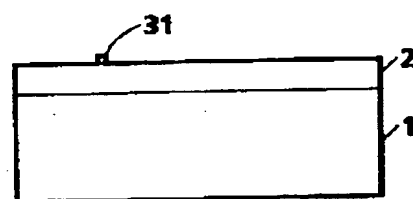
【図8】従来法による積層型リング共振器の作製手順を示す。



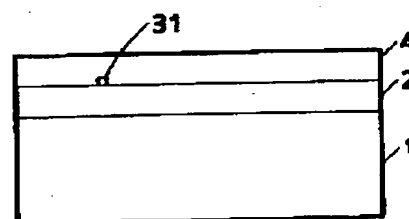
(A)



(B)

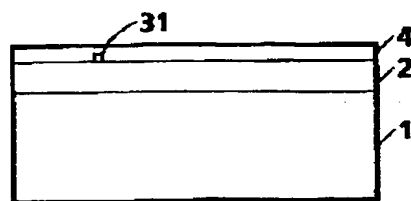


(C)

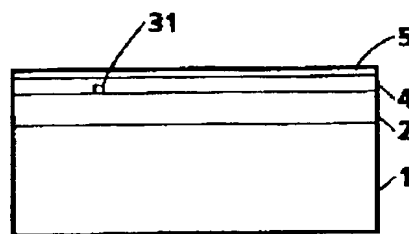


(D)

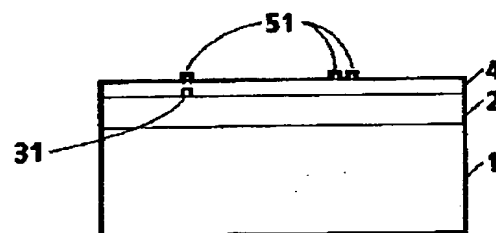
【図9】従来法による積層型リング共振器の作製手順を示す。



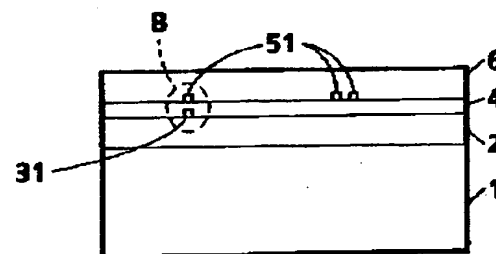
(A)



(B)



(C)



(D)